



(19)

(11) Publication number: **10001400 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **08175751**(51) Intl. Cl.: **C30B 33/00 G01C 19/56 G01P 9/04 G01P 15/00**(22) Application date: **14.06.96**

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: **06.01.98**(84) Designated contracting  
states:(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **KONAKA YOSHIHIRO**

(74) Representative:

**(54) MANUFACTURE OF  
SILICON VIBRATOR**

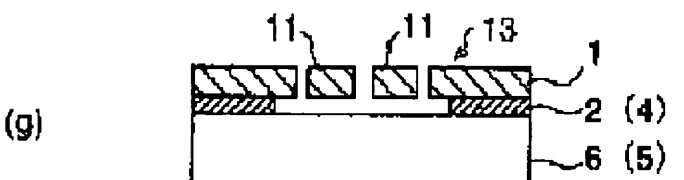
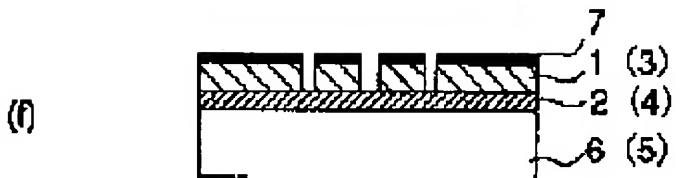
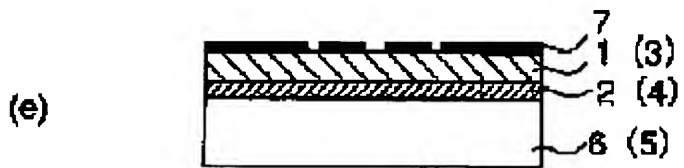
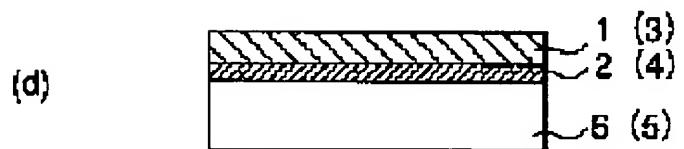
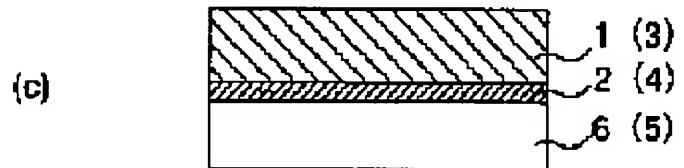
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the manufacture by which an Si vibrator having good adhesion to a base substrate and high vibrating element characteristics can be manufactured in a good yield.

**SOLUTION:** In this manufacture, on one surface of an n-type Si substrate 1 shown in (a) of the figure, a p-type Si layer 2 is formed (as shown in (b)) and then, a glass substrate 6 joined to the p-type Si layer 2 by anodic joining (as shown in (c)) and thereafter, the ntype Si substrate 1 is worked into a vibrator shape by subjecting the Si substrate 1 to polishing and reactive ion etching (as shown in (d) to (f)). Then, a part of the p-type Si layer 2, that is located in the region of a vibrating section 11 having a vibrating element shape, is etched and removed to support the vibrator 13 by the glass substrate 6 so

that the vibrating section 11 is apart from the glass substrate 6 by the thickness of the p-type Si layer 2, and thus, the objective Si vibrator is manufactured (as shown in (g)).

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-1400

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 33/00			C 3 0 B 33/00	
G 0 1 C 19/56		9402-2F	G 0 1 C 19/56	
G 0 1 P 9/04			G 0 1 P 9/04	
15/00			15/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-175751

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月14日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 小中 義宏

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

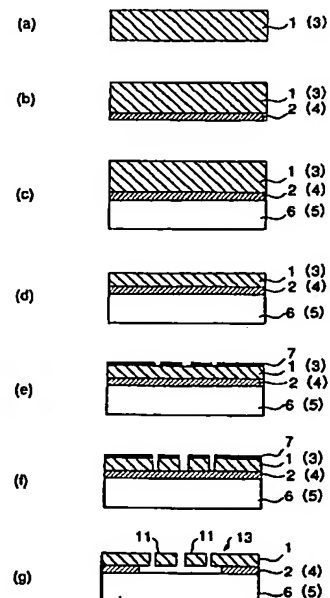
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 S i 振動子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 振動子と下地基板との密着性が良く、素子特性の高い S i 振動子を歩留り良く製造する方法を提供する。

【解決手段】 図の (a) に示す n 型 S i 基板 1 の片面に p 型 S i 層 2 を形成し (b)、p 型 S i 層 2 にガラス基板 6 を陽極接合によって接合し (c)、n 型 S i 基板 1 の研磨および、反応性イオンエッチングにより n 型 S i 基板 1 を振動子形状に加工する (d) ~ (f)。この振動子形状の振動部分 11 領域の p 型 S i 層 2 をエッチング除去し、振動部分 11 をガラス基板 6 から p 型 S i 層 2 の厚み分だけ浮かせた状態で振動子 13 をガラス基板 6 により支持する S i 振動子を製造する (g)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型Si基板の片面にp型Si層を形成し、然る後に該p型Si層に下地基板を接合し、然る後に前記n型Si基板を振動子形状に加工した後、該振動子形状の振動部分領域のp型Si層をエッチング除去することを特徴とするSi振動子の製造方法。

【請求項2】 下地基板をガラス基板としてp型Si層とガラス基板を陽極接合によって接合したことを特徴とする請求項1記載のSi振動子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度センサ、振動ジャイロ等に用いられるSi振動子の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば加速度センサや振動ジャイロ等にはSi振動子が用いられている。図2に示すように、振動子13は、振動部分11を有する基板3により形成され、振動部分11を支持する支持部12は接合層4を介して下地基板（支持基板）5に固定されている。振動部分11は、接合層4の厚み分だけ下地基板5と間隔を介しており、例えば同図の矢印のように振動する。

【0003】このような振動子のうち、Si単結晶振動子の製造方法として、「TECHNICAL DIGEST OF THE 13TH SENSOR SYMPOSIUM, 1995. PP. 161-164, A CAPACITIVE ACCELEROMETER USING SDB-SOI STRUCTURE」に示すものが知られている。この文献に記載されているSi振動子の作製方法は、以下のような方法である。

【0004】まず、約1 $\mu$ mの熱酸化膜を持つSi単結晶の基板の熱酸化膜に、別のSi単結晶基板を直接接合法で接合し、Si単結晶基板のいずれか一方側を振動子13の高さになるまで研磨する。そして、研磨した側のSi単結晶基板を基板3とし、研磨していない側のSi単結晶基板を下地基板5として、基板3のSi単結晶上に振動子13の形状のフォトリソパターンを形成し、その後、反応性イオンエッチング（RIE）を用いてSi単結晶を垂直加工する。そして、最後に、振動子形状の振動部分領域の熱酸化膜をBHF（緩衝フッ酸）を用いて除去、水洗、乾燥することにより、振動部分11を下地基板5としてのSi単結晶基板に対して、熱酸化膜の厚み（約1 $\mu$ m）の分だけ浮かせた状態に加工する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記方法においては、接合層（犠牲層）4をSi単結晶基板の熱酸化膜（シリコン酸化膜）により形成しており、その厚みは約1 $\mu$ mであるために、振動部分11と下地基板5との間隔が狭く、前記RIE後の乾燥段階において振動部分11のスティッキング（振動部分11と下地基板5とが接触する現象）が起こり、Si振動子の歩留りが低下するといった問題があった。

【0006】すなわち、上記方法のように、接合層4をシリコン酸化膜によって形成する方法においては、熱酸化法によって形成されるシリコン酸化膜の膜厚に限界があるために、振動部分11と下地基板5との間隔を広くすることが困難であり、上記のような問題が生じる。なお、この間隔をできるだけ大きくするために、熱酸化膜を持つSi単結晶基板を2枚用意し、これらのSi単結晶基板の熱酸化膜側を直接接合し、以下上記と同様の方法によりSi振動子を製造することも可能であるが、このようにしても、振動部分11と下地基板5との間隔をせいぜい2倍にすることができただけであり、上記問題を解決することは困難である。また、このように、熱酸化膜同士を直接接合した場合には、接合面の密着性が悪いために、RIE時に振動子13を形成する基板3が下地基板5から剥離するという問題が生じてしまう。

【0007】また、これらの方法においては、基板3と下地基板5とを共にSi単結晶基板により形成しているために、振動子13と下地基板5との間に寄生容量が生じ、振動子13の特性を低下させてしまうといった問題も生じた。

【0008】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、振動子を形成する基板と振動子を支持する基板との密着性が良く、かつ、寄生容量が殆どないSi振動子を歩留り良く製造することができるSi振動子の製造方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成により課題を解決するための手段としている。すなわち、本発明は、n型Si基板の片面にp型Si層を形成し、然る後に該p型Si層に下地基板を接合し、然る後に前記n型Si基板を振動子形状に加工した後、該振動子形状の振動部分領域のp型Si層をエッチング除去することを特徴として構成されている。

【0010】また、前記下地基板をガラス基板としてp型Si層とガラス基板を陽極接合によって接合したことも本発明の特徴的な構成とされている。

【0011】上記構成の本発明において、n型Si基板が振動子形状に加工され、この振動子形状の振動部分領域の片面に形成されているp型Si層がエッチング除去されて、Si振動子が製造されるために、振動部分と下地基板との間隔はp型Si層の厚みとほぼ等しくなる。このp型Si層は、その厚みを所望の厚みに形成することが可能であるために、p型Si層の厚みを大きくすることにより、振動子形状の振動部分と下地基板との間隔を大きくすることもでき、それにより、振動部分と下地基板との間のスティッキングが減少され、Si振動子の製造の歩留りが向上する。

【0012】また、下地基板をガラス基板とすることにより、振動子と下地基板の両方をSi単結晶基板により

形成した場合と異なり、寄生容量を最小限に抑えることが可能となり、さらに、p型Si層とガラス基板を陽極接合によって接合することにより、p型Si層とガラス基板との密着性が向上し、それにより、振動子と下地基板との密着性が向上し、上記課題が解決される。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図1には、本発明に係るSi振動子の製造方法の一実施形態例が示されており、以下、同図に基づいて本実施形態例のSi振動子の製造方法について説明する。まず、同図の(a)に示すように、基板3となるn型Si基板1を用意する。このn型Si基板1は、本実施形態例では、リンドーブn型Si基板を用いており、抵抗率は1~10Ωcm(オームcm)であり、CMOS回路作製用として一般的に用いられる基板とする。

【0014】次に、同図の(b)に示すように、n型Si基板1の片面に、エピタキシャル成長法を用いてボロンドープのp型Si層2を堆積形成する。なお、このp型Si層2の厚みは、1~10μmの間の適宜の厚み(接合層4を形成するのに適した厚み)に形成する。次に同図の(c)に示すように、p型Si層2に下地基板5としてのパイレックスガラス(パイレックスは商標)のガラス基板6を陽極接合法(p型Si層2を形成したn型Si基板1を300~500℃に加熱後、約+1000Vの電圧を印加して接合する方法)を用いて接合する。

【0015】次に、同図の(d)に示すように、n型Si基板1を振動子13の高さになるように研磨し、その後、同図の(e)に示すように、n型Si基板1上に、通常のフォトリソグラフィ工程を用いてレジスト7のパターンを作製する。なお、このパターンは、振動子13の形状とする。次に、同図の(f)に示すように、レジスト7をマスクとしてRIE法でn型Si基板1を垂直加工することにより、n型Si基板1を振動子形状に加工し、その後、レジスト7を除去する。

【0016】次に、この状態で、Si振動子形成部材を、図3に示すように、KOHをエッチャントとしたエッチング槽14に投入し、n型Si基板1には正の電位を与える。なお、同図において、8は電源としてのポテンシオスタットを示し、9は参照電極、10を対向電極をそれぞれ示している。そして、このようにすることで、図1の(g)に示すように、振動子形状の振動部分11領域のp型Si層2のみをエッチング除去し、エッチングが終了した時点でこの部材をエッチング層14から取り出し、純水を用いて洗浄後、乾燥することによりSi振動子を完成する。

【0017】本実施形態例によれば、上記のように、接合層(犠牲層)4をp型Si層2により形成しており、このp型Si層2は、従来のSi振動子製造方法に用い

られていた熱酸化膜と異なり、その厚みを所望の厚みに形成することができるために、振動子13と下地基板5との間隔を適切な間隔に形成することが可能となり、それにより、振動子13と下地基板5とのスティッキングを減少させて、Si振動子製造の歩留りを向上させることができる。

【0018】また、本実施形態例によれば、下地基板5としてガラス基板6を用いているために、従来のように、振動子13を形成する基板3と下地基板5とを共にSi単結晶基板により形成した従来のSi振動子と異なり、基板3と下地基板5との間の寄生容量を最小限に抑えることが可能となり、素子特性を向上させることができる。

【0019】さらに、このガラス基板6とp型Si層2と陽極接合により接合し、振動子13と下地基板5とを陽極接合で接合しているために、振動子13と下地基板5との密着性を向上させることが可能となり、振動子13の下地基板5からの剥離を抑制することができる。

【0020】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記実施形態例では、p型Si層2をエピタキシャル成長法を用いて堆積形成したが、p型Si層2の形成方法は特に限定されるものではなく、適宜設定されるものであり、例えば拡散法やイオン注入法、ボロンドープポリSiのCVD(化学蒸着)法による堆積形成によって作製することもできる。

【0021】また、上記実施形態例では、n型Si基板1を振動子形状に加工する際に、フォトレジスト7をエッチングマスクとしてRIEによって加工しているが、真空蒸着法やスパッタ法で形成したメタルマスクや熱酸化膜をマスクとして、RIE加工することもできる。

【0022】さらに、上記実施形態例では、n型Si基板1をリンドーブn型Si基板とし、p型Si層2をボロンドープp型Si層としたが、n型Si基板1やp型Si層2の粗成は特に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。

【0023】さらに、上記実施形態例では、下地基板5を形成するガラス基板6をパイレックスガラスとしたが、ガラス基板はパイレックスガラス以外の基板としてもよい。また、下地基板5はガラス基板以外の基板としてもよい。なお、下地基板5をガラス基板6等の絶縁体の基板により形成すると、振動子13との寄生容量を小さくすることができるために、下地基板はガラス基板6等の絶縁体によって形成することが望ましい。

【0024】さらに、上記実施形態例では、p型Si層2のエッチング除去を、図3に示したような装置を用いて行ったが、エッチング除去に用いられる装置は必ずしも図3に示した装置とするとは限らず、エッチング除去は適宜の装置を用いて行われるものである。

【0025】さらに、本発明のSi振動子の製造方法に

よって製造されるSi振動子の振動子形状は特に限定されるものではなく、図2に示したような形状でもよく、それ以外の形状としてもよい。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、Si振動子を形成するn型Si基板の片面にp型Si層を形成し、このp型Si層に下地基板を接合し、n型Si基板の振動子形状の振動部分領域のp型Si層をエッチング除去してSi振動子を製造するものであるから、p型Si層を所望の厚みに形成し、振動子形状の振動部分領域のp型Si層をエッチング除去して振動部分と下地基板との間隔を所望の間隔にすることができる。そのため、p型Si層の厚みを適切な厚みにすることにより、振動子の振動部分と下地基板との間のスティッキングを抑制することが可能となり、製造上の歩留りを向上させることができる。

【0027】また、前記下地基板をガラス基板としてp型Si層とガラス基板を陽極接合によって接合した本発明によれば、下地基板を絶縁体であるガラス基板とすることにより、n型Si基板の振動子と下地基板との寄生容量を最小限に抑えることが可能となり、素子特性を向

上させることができるし、p型Si層とガラス基板を陽極接合によって接合することにより、その密着性を向上させ、振動子と下地基板との密着性を向上させることができるために、振動子の下地基板からの剥離を抑えることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るSi振動子の製造方法の一実施形態例を示す説明図である。

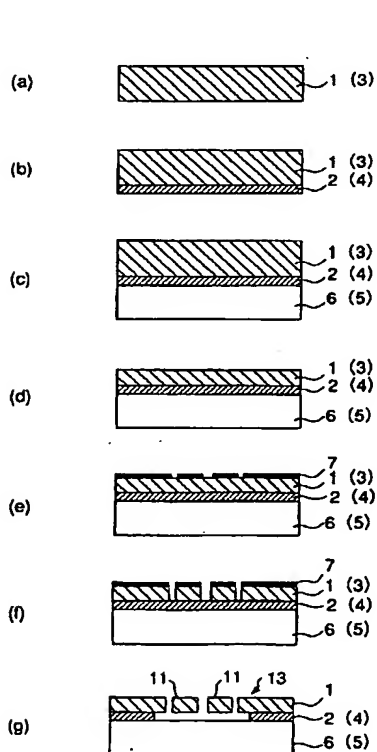
【図2】Si振動子の一例を示す説明図である。

【図3】上記実施形態例におけるp型Si層のエッチング除去装置の一例を示す説明図である。

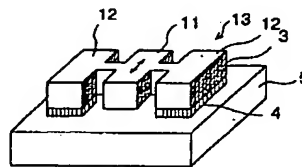
【符号の説明】

- 1 n型Si基板
- 2 p型Si層
- 3 基板
- 4 接合層
- 5 下地基板
- 6 ガラス基板
- 11 振動部分
- 13 振動子

【図1】



【図2】



【図3】

